

レーザーリモートセンシング装置を用いたコンクリート欠陥探傷実験結果について

西日本旅客鉄道（株）学生会員 ○御崎 哲一，
京都大学

（公財）レーザー技術総合研究所

（公財）鉄道総合技術研究所

（株）ユニロック

正会員 瀧浪 秀元，

正会員 高橋 康将

正会員 朝倉 俊弘

正会員 島田 義則，

オレグ コチャエフ

正会員 篠田 昌弘，

正会員 江原 季映

江本 茂夫

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートからの剥落を防止することは、鉄道の安全確保において重要であり、適切な検査・管理手法が求められている。トンネル覆工コンクリートの検査手法であるハンマーを用いた打音検査は、検査者の経験により精度が左右され、また高所作業のため、作業の安全性が劣る等の問題がある。その改善を目指しレーザーリモートセンシング技術を用い遠隔・非接触で、トンネル覆工コンクリート剥離検知手法の開発¹⁾（図1）を実施している。

この方法は、遠隔かつ非接触で対象物の検査が行えるため、他の方式に比べて、探傷を高速に出来る可能性があることや、コンクリート曲面の計測が容易に行えることが利点である。

今回はレーザー探傷装置を新幹線トンネル内で使用して覆工コンクリートの欠陥を探傷した実験結果について述べる。

2. 振動対策

計測中の外乱による振動を低減させるために、空気ばねと除振マウントを用いた除振台を開発した。開発した除振台は減衰性能が高く高振動数成分の入力を低減させる効果がある。

図2に小型起振器設置定板（定板）と除振台（上板）の振動スペクトルを示す。定板の振動は低振動数領域から高振動数領域にわたって全体的に振動しているのに対して、除振台を設置した上板は、高振動数領域の振動成分が減衰し、10Hz以下の振動数領域に集中し、除振台の共振点付近（3Hz）は振幅値が大きくなっている。本性能確認試験から、除振台を設置することで外乱による振動を低減させることが可能であることが分かった。

3. 騒音対策

騒音は光学系に振動を与え、ノイズを増加させるため、防音材による騒音の遮蔽を行った。図3にレーザー装置全体を囲う防音室を示す。

防音室に設けられたスリットを開け、そこからレーザーを照射した。防音室の効果を検証するため、外部騒音 96dB の状況において、防音室の有無による防音効果の検証やスリット部の開放による音圧レベル上昇の把握を行った（図4）。細点線は防音室無し、太点線は防音室有りの場合の音圧レベルである。

キーワード レーザー，リモートセンシング，コンクリート欠陥，打音検査，スペクトル，除振台

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田 2-4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部技術部 TEL 06-6376-8136

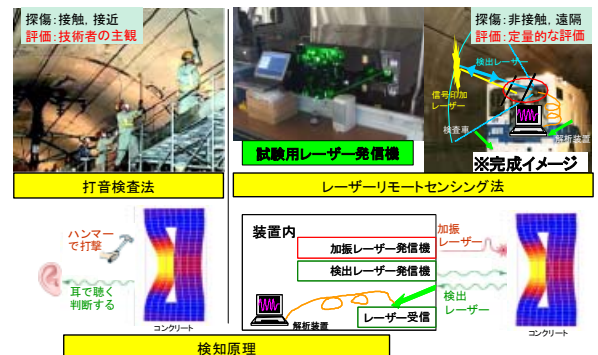


図1 レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート剥離検知装置の概要

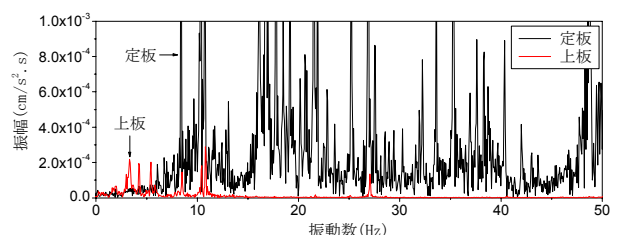


図2 小型起振器設置定板と除振台上の振動スペクトル



図3 防音室外観

図4より、約40dBの防音効果を確認した。また、スリットを解放しても音圧レベルの上昇は6dB程度であった。この音圧レベルであればレーザー装置に影響を与える効果は小さい。

4. 新幹線トンネル内での計測器の状況

新幹線トンネル内は保守用のディーゼル機関車で装置を軌道牽引運搬することとしたが、エンジン音や振動がレーザー探傷装置のノイズとなるため、防音壁が無い状態では計測が困難であった。そこでディーゼル機関車の振動を抑制するために上記で述べた大型の除振台を用い、またディーゼル機関車のエンジン音の影響を減少させるため、防音室を構築して対応した。図5に新幹線トンネルにレーザー探傷装置を持ち込んだときの写真を示す。防音室をトロに積載して、その中にレーザー探傷装置を設置した。図中の銀色ボックスが防音室、隣の青色ボックスは制御室である。レーザーは防音室の天井を一部分開けて覆工コンクリートに向けて照射した。

5. 新幹線トンネル覆工のコンクリート欠陥探傷実験

以下に、実験結果を示す。

- (1) レーザーを上下左右に走査して、各点での振動スペクトルと卓越振動数の強度を計測した。
- (2) 図6は新幹線トンネル内のコンクリート表面とレーザー探傷箇所を示す。振動する強度が小さい順から○, △, および□とした。○は健全, △は軽音, □は変状とみられる異音相当である。覆工のチョーキング箇所が人間の打音検査記録である。レーザー探傷結果は、大雑把に領域を描いている人間の判定箇所とほぼ同じ箇所を示している。
- (3) 目視では判断つかないが打音検査を行うと濁音がすることで内部が剥離していることがわかる。レーザー探傷試験結果から、打音と同様変状状態を把握することが可能であることを示した。

6. まとめ

- (1) レーザーリモートセンシング装置を新幹線トンネル内に持ち込み、コンクリート欠陥探傷実験を行った。
- (2) レーザーを2次元(x, y軸)で走査させて欠陥の形状を得ることができた。
- (3) コンクリート表面が大きく振動する箇所(浮いている箇所)や小さな振動箇所の判別が行えた。
- (4) 各点での振動スペクトルは打音検査のスペクトルと良い一致を示した。

レーザー探傷から得られるこれらの情報は、コンクリート劣化判断を行う有効な情報となると考える。

7. おわりに

レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート剥離検知を実現するためには、上記以外にも大きな技術的課題がある。今後、個々の技術を連携させ、課題を克服し実用化することにより、さらに安全・安心な鉄道を築きたいと考えている。

参考文献

- 1) レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート内部欠陥探傷

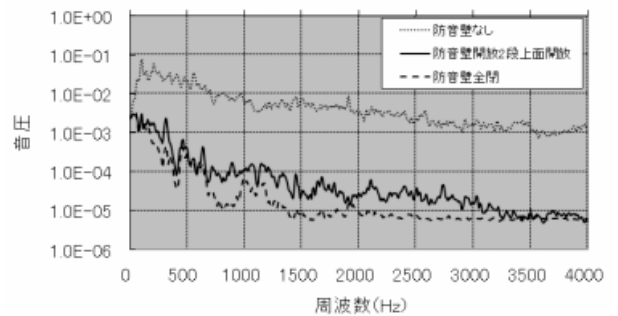


図4 音圧レベルの周波数スペクトル



図5 新幹線トンネル内のレーザー探傷装置

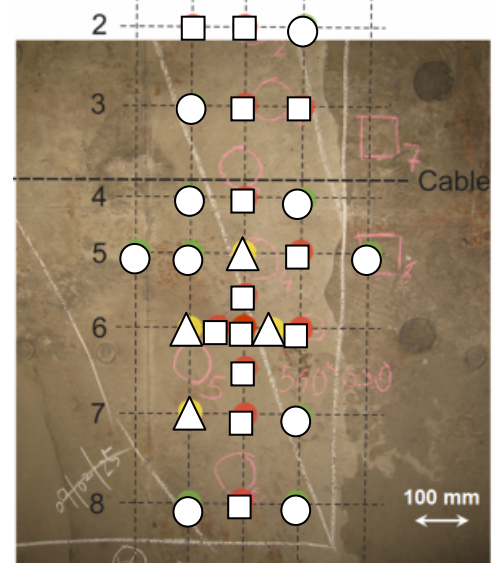


図6 レーザー探傷装置によるコンクリートの浮き具合の測定結果